

Laser beam machining device

Publication number: DE10297451T

Publication date: 2004-12-23

Inventor: KUROIWA TADASHI (JP); IJIMA KENICHI (JP);
KOBAYASHI NOBUTAKA (JP)

Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)

Classification:

- international: **B23K26/067; B23K26/38; B23K26/00; B23K26/06;**
(IPC1-7): B23K26/067; H05K3/00

- european: B23K26/067; B23K26/38B

Application number: DE20021097451T 20021113

Priority number(s): JP20010349664 20011115; WO2002JP11838 20021113

Also published as:

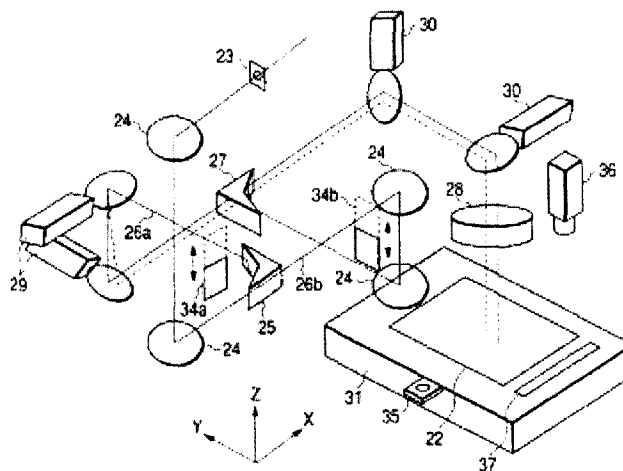
WO03041904 (A1)
US6984802 (B2)
US2004262275 (A1)
CN1585684 (A)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10297451T

Abstract of corresponding document: **US2004262275**

A laser material processing apparatus for processing a workpiece (22) in such a way as to separate one laser light (26) into two laser beams (26a, 26b) via first polarizing means (25), one laser beam being passed via the mirrors (24), the other laser beam being scanned biaxially by a first galvano scanner (29), and conduct two laser beams (26a, 26b) to second polarizing means (27) for scanning via a second galvano scanner (30), wherein an optical path is constituted such that the laser beam (26b) transmitted through the first polarizing means (25) is reflected by the second polarizing means (27), and the laser beam (26a) reflected by the first polarizing means (25) is transmitted through the second polarizing means (27).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 97 451 T5** 2004.12.23

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 03/041904**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **102 97 451.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP02/11838**
(86) PCT-Anmeldetag: **13.11.2002**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.05.2003**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **23.12.2004**

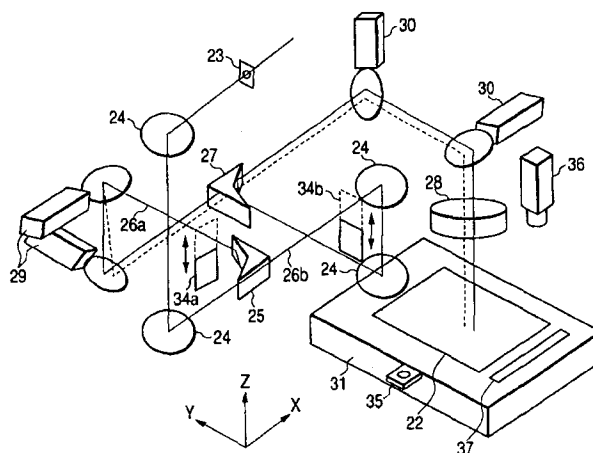
(51) Int Cl.⁷: **B23K 26/067**
H05K 3/00

(30) Unionspriorität:
2001/349664 15.11.2001 JP
(71) Anmelder:
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
HOFFMANN · EITLE, 81925 München
(72) Erfinder:
**Kuroiwa, Tadashi, Tokio/Tokyo, JP; Ijima, Kenichi,
Tokio/Tokyo, JP; Kobayashi, Nobutaka,
Tokio/Tokyo, JP**

(54) Bezeichnung: **Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung zum Verarbeiten eines Werkstücks auf eine derartige Weise, ein Laserlicht in zwei Laserstrahlen über eine erste Polarisationsvorrichtung zu trennen, wobei ein Laserstrahl über die Spiegel geleitet wird, wobei der andere Laserstrahl biaxial von einem ersten Galvano-Scanner gescannt wird, und zwei Laserstrahlen zu einer zweiten Polarisationsvorrichtung zu führen, um über einen zweiten Galvano-Scanner zu scannen, dadurch gekennzeichnet, dass ein optischer Pfad derart ausgelegt ist, dass der Laserstrahl, der durch die erste Polarisationsvorrichtung transmittiert wird, von der zweiten Polarisationsvorrichtung reflektiert wird, und der Laserstrahl, der von der ersten Polarisationsvorrichtung reflektiert wird, durch die zweite Polarisationsvorrichtung transmittiert wird.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung, die hauptsächlich zum Bohren des Werkstücks, wie etwa einer Print-Platte, vorgesehen ist, um die Produktivität zu verbessern.

Stand der Technik

[0002] Fig. 8 ist eine schematische Aufbauansicht, die die herkömmliche Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung zum Bohren zeigt.

[0003] In Fig. 8 bezeichnet ein Bezugszeichen 1 ein Werkstück, wie etwa eine Print-Platte, 2 bezeichnet einen Laserstrahl zum Bohren des Werkstücks 1, um ein Durchgangsloch oder Durchloch auszuführen, 3 bezeichnet einen Laseroszillator zum Abstrahlen des Laserstrahls 2, 4 bezeichnet eine Mehrzahl von Spiegeln zum Reflektieren des Laserstrahls 2 entlang des optischen Pfads, 5 und 6 bezeichnen einen Galvano-Scanner zum Scannen des Laserstrahls 2, 7 bezeichnet eine f_θ -Linse zum Fokussieren des Laserstrahls 2 auf das Werkstück 1 und 8 bezeichnet eine XY-Stufe zum Bewegen des Werkstücks 1.

[0004] In der typischen Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung zum Bohren wird der Laserstrahl 2, der von dem Laseroszillator 3 abgestrahlt wird, über eine benötigte Maske und die Spiegel 4 auf die Galvano-Scanner 5, 6 geführt und über die f_θ -Linse 7 auf eine vorbestimmte Position des Werkstücks 1 durch ein Steuern des Ablenk winkels der Galvano-Scanner 5, 6 fokussiert.

[0005] Der Ablenk winkel der Galvano-Scanner 5, 6 über die f_θ -Linse 7 ist auf einen Bereich von beispielsweise 50 mm im Quadrat beschränkt. Deswegen wird der Laserstrahl 2 an die vorbestimmte Position des Werkstücks 1 fokussiert, indem die XY-Stufe 8 ebenso gesteuert wird, wodurch es zugelassen wird, dass das Werkstück 1 in einem breiteren Bereich bearbeitet wird.

[0006] Hierin ist die Produktivität der Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung eng auf die Antriebsgeschwindigkeit der Galvano-Scanner 5, 6 und die Verarbeitungsfläche der f_θ -Linse 7 bezogen.

[0007] Um die Antriebsgeschwindigkeit der Galvano-Scanner zu verbessern, ist es wirksam, die Auslegung eines optischen Systems durch ein Verringern der Masse eines Galvano-Spiegels zu ändern, der an der Drehwelle des Galvano-Scanners befestigt ist und durch ein Steuern des Ablenk winkels angetrieben wird, oder durch ein Variieren des Abstands zwischen dem Galvano-Scanner 5, 6 und der f_θ -Linse 7,

um den Ablenk winkel zu verringern, während der Verarbeitungsbereich aufrechterhalten wird. Jedoch weist, wenn der Spiegeldurchmesser des Galvano-Scanners kleiner ausgeführt wird, um die Masse des Galvano-Spiegels zu verringern, der Laserstrahl 2 seinen Umfangsabschnitt durch eine Maske bei einem Durchlaufen durch die Maske abgeschnitten und den Durchmesser einmal verringert auf, aber der Laserstrahl 2 ist im Durchmesser aufgrund einer Beugung nach einem Durchlaufen durch die Maske verbreitert und weist einen größeren Durchmesser als der Galvano-Spiegel auf, wenn er an dem Galvano-Spiegel des Galvano-Scanners 5, 6 ankommt, was dazu führt, dass ein Teil des Laserstrahls aus dem Galvano-Scanner heraustritt, so dass ein Bild der Maske nicht korrekt auf das Werkstück 1 übertragen wird, wodurch die Mikroloch-Fertigung nicht ausgeführt wird.

[0008] Ferner wird der Ablenk winkel der Galvano-Scanner verringert, während der Verarbeitungsbereich auf eine derartige Weise aufrechterhalten wird, wie etwa die optische Auslegung zu ändern, was ein Ändern der positionsmäßigen Beziehung zwischen der f_θ -Linse und den Galvano-Scannern einschließt. Jedoch benötigt es eine Menge Zeit, um dies auszulegen, und es ist erforderlich, die Spezifikation der sehr teuren f_θ -Linse oder die Auslegung des gesamten optischen Systems zu ändern, wodurch es schwierig war, die Produktivität auf einfache und kostengünstige Weise mit einem einzigen Strahl zu verbessern.

[0009] Eine Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung des zuvor beschriebenen Typs, die dafür vorgesehen ist, die Produktivität zu verbessern, wurde beispielsweise in der JP-A-11-314188 offenbart.

[0010] Fig. 9 ist eine schematische Aufbauansicht der Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung, wie sie in der JP-A-11-314188 offenbart ist.

[0011] In Fig. 9 bezeichnet ein Bezugszeichen 9 ein Werkstück, 10 bezeichnet eine Maske, 11 bezeichnet einen Halbspiegel zum Trennen eines Laserlichts, 12 bezeichnet einen dichroitischen Spiegel, 13a bezeichnet einen Laserstrahl, der von dem Halbspiegel reflektiert wird, 13b bezeichnet einen Laserstrahl, der durch den Halbspiegel transmittiert und von dem dichroitischen Spiegel reflektiert wird, 14 und 15 bezeichnen die Spiegel, 16 bezeichnet eine f_θ -Linse zum Fokussieren der Laserstrahlen 13a und 13b auf das Werkstück 9, 17 und 18 bezeichnen Galvano-Scanner zum Führen des Laserstrahls 13a auf eine Verarbeitungsfläche A1, 19 und 20 bezeichnen Galvano-Scanner zum Führen des Laserstrahls 13b auf eine Verarbeitungsfläche A2, und 21 bezeichnet eine XY-Stufe zum Bewegen jedes Teils des Werkstücks in die Verarbeitungsfläche A1 oder A2.

[0012] Die Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung, wie sie in **Fig. 9** gezeigt ist, trennt das Laserlicht, das durch die Maske **10** über den Halbspiegel **11** läuft, in mehrere Strahlen, leitet die getrennten Strahlen **13a** und **13b** zu einer Mehrzahl von Galvano-Scanner-Systemen, die auf der Einfallsseite der f_θ -Linse **16** angeordnet sind, und scannt die Laserstrahlen **13a** und **13b** mit der Mehrzahl der Galvano-Scanner-Systeme, die auf die geteilten Verarbeitungsflächen A1 und A2 anzuwenden sind.

[0013] Der getrennte Laserstrahl **13a** wird über das erste Galvano-Scanner-System **17, 18** in eine Halbfäche der f_θ -Linse **16** eingeführt. Ferner wird der andere getrennte Laserstrahl **13b** über das zweite Galvano-Scanner-System **19, 20** in die verbleibende Halbfäche der f_θ -Linse **16** eingeführt. Die ersten und zweiten Galvano-Scanner-Systeme sind in einer Symmetrie um die zentrale Achse der f_θ -Linse **16** angeordnet, wobei die Halfteile der f_θ -Linse gleichzeitig eingesetzt werden, um die Produktivität zu verbessern.

[0014] Jedoch scannen in der Vorrichtung, wie sie in der JP-A-11-314188 beschrieben ist, das erste Galvano-Scanner-System **17, 18** und das zweite Galvano-Scanner-System **19, 20** die Laserstrahlen, in welche das Laserlicht über den Halbspiegel **11** getrennt ist, um auf die Verarbeitungsflächen A1 und A2 aufgebracht zu werden, die geteilt sind. Deswegen ist es wahrscheinlich, dass eine Dispersion in der Qualität der verarbeiteten Löcher aufgrund eines Unterschieds zwischen einer Reflektion von und einer Transmission durch den Halbspiegel **11** zwischen den Laserstrahlen **13a** und **13b**, in welche das Laserlicht durch den Halbspiegel **11** getrennt wird, auftritt.

[0015] Beispielsweise ist es, wenn eine Energiedifferenz zwischen den getrennten Laserstrahlen **13a** und **13b** vorhanden ist, wahrscheinlich, dass ein Unterschied in dem Lochdurchmesser oder der Lochtiefe der verarbeiteten Löcher an dem Werkstück **9** auftritt. Deswegen besteht die Möglichkeit, dass die strengen Anforderungen zum Verarbeiten des Lochs hinsichtlich der Dispersion in dem Lochdurchmesser nicht erfüllt werden.

[0016] Hierin ist es, wenn der Laserstrahl **13a** eine höhere Energie als der Laserstrahl **13b** aufweist, erforderlich, die Energie des Laserstrahls **13b** einzustellen, durch ein weiteres Hinzufügen einer teuren optischen Komponente, wie etwa eines optischen Abschwächers in dem optischen Pfad des Laserstrahls **13b** verringert zu werden. Die optische Komponente, wie etwa der optische Abschwächer, müssen in der Spezifikation eines Entferns der Energie zu einem bestimmten Prozentsatz hergestellt werden. Beispielsweise werden, wenn die Spezifikation eines Entferns der Energie von 5% und die Spezifikation eines Entferns der Energie von 3% erforderlich

sind, zwei Arten eines optischen Abschwächers hergestellt. Dadurch wird der optische Abschwächer auf verschiedene Arten einer Spezifikation gefertigt und jedes Mal ausgetauscht, wenn die Energiedifferenz eingestellt wird.

[0017] Ferner war in dem Aufbau des optischen Pfads, wie er in **Fig. 9** gezeigt ist, ein Problem dahingehend vorhanden, dass die optischen Pfadlängen der Laserstrahlen **13a** und **13b**, in welches das Laserlicht nach dem Durchlaufen durch die Maske **10** getrennt ist, bis zu dem Werkstück **9** unterschiedlich sind, so dass die exakten Strahlpunktdurchmesser auf dem Werkstück **9** unterschiedlich sind.

[0018] Außerdem ist die f_θ -Linse **16** gleichmäßig aufgeteilt, und die geteilten Verarbeitungsflächen A1, A2 werden gleichzeitig bearbeitet. Deswegen wird, wenn die Anzahl verarbeiteter Löcher in den Verarbeitungsflächen A1 und A2 in hohem Maße variiert wird, oder wenn kein verarbeitetes Loch eines Objekts in einer Verarbeitungsfläche A1 oder A2 vorhanden ist, wie etwa an einem Endabschnitt des Werkstücks, es nicht erwartet, die Produktivität zu verbessern.

Offenbarung der Erfindung

[0019] Diese Erfindung ist ausgeführt worden, um die oben erwähnten Probleme zu lösen, und es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung bereit zu stellen, in welcher ein Unterschied in der Energie oder in der Qualität zwischen getrennten Laserstrahlen minimiert ist, um eine gleiche optische Pfadlänge und einen gleichen Strahlpunktdurchmesser für die getrennten Laserstrahlen bereit zu stellen, und die getrennten Laserstrahlen auf die gleiche Fläche angewandt werden, um die Produktivität kostengünstiger zu verbessern.

[0020] Um die obige Aufgabe zu lösen, ist gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung eine Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung zum Verarbeiten eines Werkstücks auf eine derartige Weise bereit gestellt, ein Laserlicht in zwei Laserstrahlen über eine erste Polarisationsvorrichtung zu trennen, wobei ein Laserstrahl über die Spiegel geleitet wird, der andere Laserstrahl biaxial von einem ersten Galvano-Scanner gescannt wird, und zwei Laserstrahlen zu einer zweiten Polarisationsvorrichtung zu führen, um über einen zweiten Galvano-Scanner zu scannen, dadurch gekennzeichnet, dass ein optischer Pfad derart aufgebaut ist, dass der Laserstrahl, der durch die erste Polarisationsvorrichtung transmittiert wird, von der zweiten Polarisationsvorrichtung reflektiert wird, und der Laserstrahl, der von der ersten Polarisationsvorrichtung reflektiert wird, durch die zweite Polarisationsvorrichtung transmittiert wird.

[0021] Ferner sind die beiden Polarisationsvorrichtungen

tungen so angeordnet, dass die Reflektionsflächen einander gegenübergestellt werden können, um einen optischen Pfad zu bilden, in welchem die getrennten Laserstrahlen die gleiche optische Pfadlänge aufweisen.

[0022] Ferner ist ein stationärer Abschnitt einer Polarisierungseinrichtung mit einem rotierenden Mechanismus um eine Achse senkrecht zu einer Fläche, die die Achse der beiden getrennten Laserstrahlen enthält, bereit gestellt.

[0023] Ferner wird ein Energiegleichgewicht des Laserstrahls durch ein Ändern eines Transmissionsfaktors des Laserstrahls, der durch die Polarisierungseinrichtung transmittiert wird, durch eine Drehung des Rotationsmechanismus eingestellt.

[0024] Die Laserstrahl-Auswahleinrichtung ist zum Auswählen jedweden Laserstrahls unter den getrennten Laserstrahlen bereit gestellt.

[0025] Ferner steuert die Laserstrahl-Auswahleinrichtung den Shutter, der in dem optischen Pfad jedes der getrennten Laserstrahlen bereit gestellt ist, um geöffnet oder geschlossen zu werden, um den Laserstrahl aus jedweden optischen Pfad herauszunehmen.

[0026] Ferner ist eine Fassungseinrichtung zum Erfassen eines Energiegleichgewichts des Laserstrahls in jedem optischen Pfad bereit gestellt, in welchem das Energiegleichgewicht jedes Laserstrahls, das von der Erfassungseinrichtung erfasst wird, auf nahezu äquivalent eingestellt.

[0027] Ferner besteht die Erfassungseinrichtung aus einem Energiesensor, der nahe einem XY-Tisch bereit gestellt ist, auf welchem das Werkstück gelegt ist.

[0028] Ferner weisen die getrennten Laserstrahlen eine gleiche optische Pfadlänge zwischen der ersten Polarisierungseinrichtung und der zweiten Polarisierungseinrichtung auf.

[0029] Ferner ist der Ablenkwinkel, um welchen der erste Galvano-Scanner scannt, kleiner als der Ablenkwinkel, um welchen der zweite Galvano-Scanner scannt.

[0030] Ferner wird jeder Laserstrahl durch die gleiche Anzahl von Spiegeln in jedem optischen Pfad reflektiert, der zwischen der ersten Polarisierungseinrichtung und der zweiten Polarisierungseinrichtung gebildet ist.

[0031] Ferner ist eine dritte Polarisierungseinrichtung zwischen einem Laseroszillator der ersten Polarisierungseinrichtung bereit gestellt, in welcher zwei Laser-

strahlen, die von der dritten Polarisierungseinrichtung getrennt werden, zu der ersten Polarisierungseinrichtung und der zweiten Polarisierungseinrichtung geführt und weiter in $2n$ Komponenten getrennt werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0032] In den Zeichnungen zeigen:

[0033] Fig. 1 eine Ansicht, die einen optischen Pfadaufbau einer Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung schematisch zeigt;

[0034] Fig. 2 eine vergrößerte Ansicht und eine strukturelle Ansicht eines Abschnitts zum Reflektieren und Transmittieren des Laserstrahls in einen Polarisationsstrahlteiler innerhalb der optischen Pfadanordnung der Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

[0035] Fig. 3 ein Graph, der die Abhängigkeit von Reflektions- und Transmissionsfaktoren von einem Einfallswinkel des Laserstrahls in den Polarisationsstrahlteiler gemäß der Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0036] Fig. 4 ein Flussdiagramm eines Programms zum automatischen Korrigieren des Ablenkwinkels eines Galvano-Scanners;

[0037] Fig. 5 ein Flussdiagramm eines Programms zum automatischen Einstellen des Winkels der Polarisationsstrahlteiler;

[0038] Fig. 6 eine Ansicht, die den schematischen Aufbau eines Beispiels der Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung zeigt, wenn vier Laserstrahlen eingesetzt werden, um die Verarbeitung durchzuführen, indem eine Polarisierungseinrichtung hinzugefügt ist;

[0039] Fig. 7 ein Flussdiagramm eines Programms zum automatischen Korrigieren des Ablenkwinkels des Galvano-Scanners;

[0040] Fig. 8 eine Ansicht, die den schematischen Aufbau der herkömmlichen Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung zum Bohren zeigt; und

[0041] Fig. 9 eine Ansicht, die die schematischen Aufbau der herkömmlichen Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung zum Bohren zeigt, die vorgesehen ist, um die Produktivität zu verbessern.

Bester Weg zum Ausführen der Erfindung

Ausführungsform 1

[0042] Fig. 1 ist eine schematische Aufbau-Ansicht, die eine Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung ge-

mäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0043] In **Fig. 1** bezeichnet ein Bezugszeichen **22** ein Werkstück, wie etwa eine Print-Platte, **23** bezeichnet eine Maske zum Erzeugen eines Bildes, um eine gewünschte Verarbeitungsform (z. B. einen Kreis) auf das Werkstück **22** zu übertragen, **24** bezeichnet eine Mehrzahl von Spiegeln zum Reflektieren eines Laserstrahls entlang des optischen Pfads, **25** bezeichnet einen ersten Polarisationsstrahlteiler als eine erste Polarisierungseinrichtung zum Trennen eines Laserlichts, **26a** bezeichnet einen Laserstrahl, der von dem ersten Polarisationsstrahlteiler reflektiert wird, **26b** bezeichnet einen Laserstrahl, der durch den ersten Polarisationsstrahlteiler transmittiert wird, **27** bezeichnet einen zweiten Polarisationsstrahlteiler als eine zweite Polarisierungseinrichtung zum Transmittieren des Laserstrahls **26a** und Reflektieren des Laserstrahls **26b**, **28** bezeichnet eine f_θ -Linse zum Fokussieren der Laserstrahlen **26a** und **26b** auf das Werkstück **22**, **29** bezeichnet einen ersten Galvano-Scanner zum Scannen des Laserstrahls **26a** biaxial, um zu dem zweiten Strahlteiler geführt zu werden, **30** bezeichnet einen zweiten Galvano-Scanner zum Scannen der Laserstrahlen **26a** und **26b** biaxial, um zu dem Werkstück **22** geführt zu werden, **31** bezeichnet eine XY-Stufe zum Bewegen des Werkstücks **22**, **34** bezeichnet einen Shutter als eine Laserstrahl-Auswahleinrichtung, die in dem optischen Pfad des Laserstrahls bereit gestellt ist und den Laserstrahl unterbricht, **35** bezeichnet einen Energiesensor zum Messen der Energie eines Laserstrahls, der aus der f_θ -Linse **28** austritt, **26** bezeichnet eine CCD-Kamera, die eine Bildaufnahmervorrichtung zum Messen des Lochdurchmessers oder der Position eines von dem Laserstrahl verarbeiteten Lochs ist, und **37** bezeichnet ein Werkstück zum Korrigieren des Ablenkwinkels des Galvano-Scanners.

[0044] **Fig. 2** zeigt einen Abschnitt zum Reflektieren oder Transmittieren des Laserstrahls in dem Polarisationsstrahlteiler **25** oder **27**. Ein Bezugszeichen **32** bezeichnet ein Fenster zum Reflektieren oder Transmittieren des Einfallswinkels, **33** bezeichnet einen Spiegel zum Herbeiführen einer Einfallslichtkomponente, die von dem Fenster **32** reflektiert wird, die unter einem Winkel von 90° relativ zu dem Einfallslicht reflektiert werden soll, **41** bezeichnet einen Servomotor, der eine Drehachse aufweist, die in einer Position angeordnet ist, wo der Austrittswinkel und die Position des Laserstrahls unverändert sind, auch wenn der Einfallswinkel des Laserstrahls auf den Polarisationsstrahlteiler geändert wird, **42** bezeichnet einen Träger zum Befestigen des Servomotors **41**, und **43** bezeichnet einen Träger zum Befestigen des Polarisationsstrahlteilers und des Servomotors.

[0045] Für den Fensterabschnitt **32** des Polarisationsstrahlteilers **25**, **27** wird ein Material ZnSe oft in ei-

nem Fall eines CO_2 -Lasers eingesetzt, aber andere Materialien, wie etwa Ge, können eingesetzt werden.

[0046] In dieser Erfindung ist das abgestrahlte Laserlicht zirkular polarisiert und wird zu dem ersten Polarisationsstrahlteiler **25** zur Trennung in den Laserstrahl **26b**, der eine P-Welle ist, die durch den ersten Polarisationsstrahlteiler in einer Polarisationsrichtung parallel zu der Einfallsebene transmittiert wird, und den Laserstrahl **26a**, der eine S-Welle ist, die in einer Polarisationsrichtung senkrecht zu der Einfallsebene reflektiert wird, geführt.

[0047] Der Laserstrahl, der zu dem ersten Polarisationsstrahlteiler **25** geführt wird, kann linear polarisiert sein, aber nicht zirkular polarisiert, um einen Winkel von 45° relativ zu den Polarisationsrichtungen der P-Welle und S-Welle auszubilden.

[0048] Hierin ist es, wenn entweder das zirkular polarisierte Licht oder das linear polarisierte Licht zu dem ersten Polarisationsstrahlteiler geführt wird, erforderlich, das Laserlicht einer linearen Polarisation von dem Laseroszillator abzustrahlen.

[0049] Um das Laserlicht einer zirkularen Polarisation zu dem ersten Polarisationsstrahlteiler **25** zu führen, ist es erforderlich, ein Verzögerungselement zum Ändern des linear polarisierten Lichts in das zirkular polarisierte Licht in dem optischen Pfad einzusetzen, wobei das Laserlicht unter einem Winkel von 90° zwischen dem Einfallslicht und dem reflektierten Licht in das Verzögerungselement einfällt. Ferner muss die Polarisationsrichtung des Laserlichts, das in das Verzögerungselement einfällt, einen Winkel von 45° relativ zu der Linie eines Schnittpunkts zwischen einer Ebene ausbilden, die durch die optische Achse des Einfalls und die optische Achse der Reflexion als zwei Seiten und eine Reflektionsfläche des Verzögerungselements ausgebildet ist. Jedoch schließt das Laserlicht einer zirkularen Polarisation gleichermaßen die Polarisationsrichtungen der P-Welle und der S-Welle ein, und es ist keine Beschränkung bezüglich der Polarisationsrichtung vorhanden, wenn der Laserstrahl zu dem ersten Polarisationsstrahlteiler **25** geführt wird, wobei der optische Pfad mit einem großen Freiheitsgrad ausgelegt ist.

[0050] Andererseits ist es, wenn das linear polarisierte Licht eingesetzt wird, erforderlich, das Licht zu dem ersten Polarisationsstrahlteiler **25** als das linear polarisierte Licht zu führen, das einen Winkel von 45° relativ zu den Polarisationsrichtungen der P-Welle und der S-Welle ausbildet, die durch den ersten Polarisationsstrahlteiler getrennt sind, wie zuvor beschrieben. Obwohl eine Beschränkung bezüglich der Auslenkung des optischen Pfads vorhanden ist, ist es unnötig, das Verzögerungselement und einen Einstellmechanismus zum Einstellen der Polarisationsrichtung des Laserstrahls und des Winkels der opti-

schen Achse einzustellen, und die Einstellungen auszuführen, womit es möglich ist, den optischen Pfad zu vereinfachen, um zu einer Verringerung der Kosten beizutragen.

[0051] Der Laserstrahl **26b**, der durch den ersten Polarisationsstrahlteiler **25** transmittiert wird, wird über die gekrümmten Spiegel **24** zu dem zweiten Polarisationsstrahlteiler **27** geführt. Andererseits wird herbeigeführt, dass der Laserstrahl **26a**, der von dem ersten Strahlteiler **25** reflektiert wird, durch den ersten Galvano-Scanner **29** biaxial scannt und zu dem zweiten Polarisationsstrahlteiler **27** geführt wird.

[0052] Danach wird herbeigeführt, dass die Laserstrahlen **26a**, **26b** durch den zweiten Galvano-Scanner **30** biaxial scannen und auf das Werkstück über die f_θ -Linse **28** aufgebracht werden.

[0053] Zu dieser Zeit wird der Laserstrahl **26a** an der gleichen Position auf das Werkstück aufgebracht wie der Laserstrahl **26b** durch ein Scannen des ersten Galvano-Scanners **29**.

[0054] Ferner können die Laserstrahlen an zwei unterschiedlichen Punkten auf das Werkstück über den zweiten Galvano-Scanner **30** aufgebracht werden, indem herbeigeführt wird, dass der Laserstrahl **26a** innerhalb eines vorbestimmten Bereichs für den Laserstrahl **26b**, beispielsweise innerhalb eines Bereichs von 4 mm im Quadrat um den Laserstrahl **26b** durch ein Scannen des Galvano-Scanners **29** hinsichtlich der Eigenschaften des Fensters **32** für den Strahlteiler scannt.

[0055] Der Laserstrahl **26a**, der von dem ersten Polarisationsstrahlteiler **25** reflektiert wird, wird durch den zweiten Polarisationsstrahlteiler **27** transmittiert, und der Laserstrahl **26b**, der durch den ersten Polarisationsstrahlteiler transmittiert wird, wird von dem zweiten Polarisationsstrahlteiler **27** reflektiert.

[0056] Deswegen werden zwei getrennte Laserstrahlen durch sowohl die Reflektions- als auch die Transmissionsprozesse geleitet, wodurch es möglich ist, eine Variation in der Qualität des Laserstrahls oder ein Zusammenbruch in dem Energiegleichgewicht auszusetzen.

[0057] Beispielsweise sind die Reflektions- und Transmissionsfaktoren in dem Polarisationsstrahlteiler nahe des Brewster-Winkels gegeben, in welchem der Einfallswinkel des Laserstrahls auf den Polarisationsstrahlteiler ideal ist, wie in **Fig. 3** gezeigt.

[0058] Die Längsachse der **Fig. 3** ist der Reflektionsfaktor und der Transmissionsfaktor, die 100% anzeigen, wenn das einfallende Laserlicht vollständig in zwei Strahlen geteilt wird. Beispielsweise beträgt, wenn der Reflektionsfaktor 100% beträgt, der Pro-

zentsatz des reflektierten Lichts zu dem Einfallslight 50%.

[0059] Wenn der Einfallswinkel des Laserstrahls einen Fehler von -2° bezüglich des Brewster-Winkels für zwei polarisierte Strahlteiler aufweist, beträgt der Reflektionsfaktor des Laserstrahls 99%, und der Transmissionsfaktor beträgt 97% für jeden Polarisationsstrahlteiler. Die Energien der beiden Laserstrahlen, die durch den doppelten Reflektions- oder Transmissionsprozess erhalten werden, sind 98% und 94%, was eine Energiedifferenz von 4% erzeugt, während die Energien der Laserstrahlen, die durch die einmaligen sowohl Reflektions- als auch Transmissionsprozesse erhalten werden, beide 96% betragen. Indem der optische Pfad wie zuvor beschrieben ausgebildet wird, ist es möglich, die Eigenschaften auszugleichen.

[0060] Ferner können die beiden Polarisationsstrahlteiler identisch sein, wodurch der Ausgleichseffekt erleichtert wird, um zu einer Verringerung der Kosten beizutragen.

[0061] Zwei Polarisationsstrahlteiler sind wie in **Fig. 1** gezeigt angeordnet, so dass die optischen Pfadlängen der Laserstrahlen **26a** und **26b** zwischen dem ersten Polarisationsstrahlteiler **25** und dem zweiten Polarisationsstrahlteiler **27** gleich sind. Dadurch werden die Strahlpunktdurchmesser der zwei getrennten Laserstrahlen ausgeglichen.

[0062] Beispielsweise wird in dieser Ausführungsform der Erfindung, wenn der optische Pfad in X-, Y- und Z-Richtungen zerlegt wird, die gleiche optische Pfadlänge erhalten. Deswegen kann, wenn die Auslegung der Komponenten des optischen Pfads dimensionsmäßig geändert wird, der optische Pfad in den X-, Y- und Z-Richtungen verlängert oder verkürzt werden, wodurch die optischen Pfadlängen der Laserstrahlen **26a** und **26b** invariant gehalten werden können.

[0063] Ferner ist der Polarisationsstrahlteiler mit dem Spiegel **33** integriert, so dass das reflektierte Licht unter 90° bezüglich des Einfallswinkels austretend sein kann, wie in **Fig. 2** gezeigt.

[0064] Ein stationärer Abschnitt des Polarisationsstrahlteilers weist einen Aufbau auf, in welchem ein Drehmechanismus um die Achse senkrecht zu der Ebene bereit gestellt ist, die die Achsen der zwei getrennten Laserstrahlen **26a** und **26b** enthält, wie in **Fig. 2** gezeigt. Wenn eine Energiedifferenz zwischen den zwei getrennten Laserstrahlen **26a** und **26b** vorhanden ist, wird die Energiedifferenz unter Verwendung der Abhängigkeit eines Reflektionsfaktors und eines Transmissionsfaktors von dem Einfallswinkel des Laserstrahls eingestellt, wie in **Fig. 3** gezeigt. Die Präzision eines Energiegleichgewichts der beiden

Laserstrahlen **26a** und **26b** nach einem Durchleiten durch zwei Polarisationsstrahlteiler wird auf eine kostengünstige Weise verbessert, ohne dass andere optische Komponenten, wie etwa ein optischer Abschwächer, benötigt werden.

[0065] Ferner ist die Drehachse an der Position angeordnet, wo die Austrittsposition unverändert ist, auch wenn der Einfallswinkel in den Polarisationsstrahlteiler geändert wird. Auch wenn der Polarisationsstrahlteiler gedreht wird, um das Energiegleichgewicht einzustellen, gelingt es, eine Änderung in dem Winkel oder der Position des darauffolgenden optischen Pfads zu minimieren.

[0066] Beispielsweise wird in dem Fall, wo die Drehachse an einem Schnittpunkt zwischen dem Fenster **32** und dem Spiegel **33** in **Fig. 2** angeordnet ist, wenn der Polarisationsstrahlteiler um $+5^\circ$ gedreht wird, der Einfallswinkel des Laserstrahls auf das Fenster **32** erhöht, aber der Einfallswinkel auf den Spiegel **33** wird verringert. Oder der Einfallswinkel des Laserstrahls auf das Fenster **32** wird verringert, aber der Einfallswinkel auf den Spiegel **33** wird erhöht. Der Austrittswinkel des Laserstrahls, der einfallend auf den Polarisationsstrahlteiler ist, beträgt 90° ohne einen Fehler durch ein Aussetzen eines Winkelfehlers, und es besteht keine Variation in der Austrittsposition. Dadurch ist diese Wirkung auf ähnliche Weise bereit gestellt, ob das Fenster **32** oder der Spiegel **33** für den Polarisationsstrahlteiler auf der Einfallsseite ist.

[0067] Aufgrund der Beziehung zwischen den Reflektions- und Transmissionsfaktoren und dem Einfallswinkel in dem Polarisationsstrahlteiler, wie in **Fig. 3** gezeigt, und der obigen Wirkung, wird, wenn die Energie des Laserstrahls **26a**, der von dem ersten Polarisationsstrahlteiler **25** reflektiert wird, hoch ist, die Energie durch ein Drehen des zweiten Polarisationsstrahlteilers **27** und durch ein Einstellen des Transmissionsfaktors des Laserstrahls **26a** verringert. Ferner wird, wenn die Energie des Laserstrahls **26b**, der durch den ersten Polarisationsstrahlteiler **25** transmittiert wird, hoch ist, die Energie durch ein Drehen des ersten Polarisationsstrahlteilers **25** und durch ein Einstellen des Transmissionsfaktors des Laserstrahls **26b** verringert. Dadurch ist die letztere Einstellung für den optischen Pfad unnötig, und die Wartungszeit wird verkürzt.

[0068] Unter Bezugnahme auf **Fig. 4** wird ein Fluss zum automatischen Einstellen des Winkels des Polarisationsstrahlteilers, um das Energiegleichgewicht der Laserstrahlen zu steuern, unten beschrieben werden.

[0069] Zu allererst wird der Energiesensor **35** in die Position bewegt, wo ein Lichtempfangsabschnitt des Energiesensors **35**, der an der XY-Stufe **31** angebracht ist, Laserlicht empfangen kann, das aus der

f_θ -Linse **28** austritt (Schritt S1).

[0070] Danach wird der erste Shutter **34a** geöffnet, und der zweite Shutter **34b** wird geschlossen (Schritt S2). Dann wird ein Laserlicht von dem Laseroszillator, nicht gezeigt, emittiert, und eine Energie des Laserstrahls **26a** wird von dem Energiesensor **35** gemessen (Schritt S3).

[0071] Nach einem Messen der Energie wird die Abstrahlung von Laserlicht einmal gestoppt, der erste Shutter **34a** wird geschlossen, und der zweite Shutter **34b** wird geöffnet (Schritt S4).

[0072] Durch ein erneutes Emittieren von Laserlicht wird eine Energie des Laserstrahls **26b** von dem Leistungssensor **35** gemessen (Schritt S5).

[0073] Eine Energiedifferenz zwischen den zwei Laserstrahlen **26a** und **26b**, die von einer Steuervorrichtung gemessen wird, wird berechnet (Schritt S6). Wenn sie innerhalb eines Toleranzwerts ist, wird die Einstellung beendet. Jedoch werden, wenn sie außerhalb des Toleranzwerts ist, der erste Polarisationsstrahlteiler **35** und der zweite Polarisationsstrahlteiler **27** gedreht, um den Transmissionsfaktor des Polarisationsstrahlteilers einzustellen (Schritt S9), wobei die Einstellung durch ein Messen der Energien der beiden Laserstrahlen wiederholt wird, bis sie innerhalb des Toleranzwerts liegt.

[0074] Ferner wird bestimmt, ob der Toleranzwert der Energiedifferenz innerhalb eines voreingestellten Bereichs eines Drehwinkels für den Polarisationsstrahlteiler, beispielsweise innerhalb eines Bereichs von $+5^\circ$ liegt oder nicht (Schritt S8). Wenn er nicht innerhalb des voreingestellten Bereichs liegt, wird der zirkulare Polarisationsfaktor verringert, wenn das Laserlicht einer zirkularen Polarisation von dem Laseroszillator herausgeführt wird, oder wenn das Laserlicht einer linearen Polarisation herausgeführt wird, wird beurteilt, dass die Vorrichtung in einem Zustand ist, der die Wartung für die Winkelabweichung in der Polarisationsrichtung erfordert, in welcher der Laserstrahl unter einem Winkel von 50° bezüglich der Polarisationsrichtung einer Transmission oder Reflektion in dem ersten Polarisationsstrahlteiler **25** geführt wird, wodurch das Programm beendet wird, und eine Meldung, die anzeigt, dass das Programm anormal beendet ist und die Wartung angefordert wird, wird auf dem Betriebs-Bildschirm, nicht gezeigt, angezeigt.

[0075] Diese automatische Einstellung für den Winkel des Polarisationsstrahlteilers wird periodisch, beispielsweise zu der Zeit eines Einrichtens oder eines Startens der Vorrichtung, ausgeführt. Dadurch wird das Energiegleichgewicht der Laserstrahlen immer mit einer hohen Präzision aufrechterhalten, und der Bediener benötigt keine Fertigkeiten, wodurch die

stabile Bearbeitung durchgeführt wird.

[0076] Unter Bezugnahme auf **Fig. 5** ist ein Fluss zum Ausführen der automatischen Korrektur für den Ablenkwinkel des Galvano-Scanners, um die Präzision einer Verarbeitungsposition aufrechtzuerhalten oder zu verbessern, gezeigt.

[0077] Zu allererst wird das Werkstück **37** (z. B. eine Acrylplatte) für eine Korrektur, die zuvor auf die XY-Stufe **31** platziert wird, in die Verarbeitungsfläche der f_θ -Linse **28** bewegt. Der zweite Shutter **34b** wird geöffnet, und der erste Shutter **34a** wird geschlossen (Schritt S11). Es wird herbeigeführt, dass der Laserstrahl **26b** durch den zweiten Galvano-Scanner **30** scannt, das Bearbeiten vor einem Korrigieren des Ablenkmittels des zweiten Galvano-Scanners **30** wird innerhalb eines voreingestellten Bereichs, beispielsweise innerhalb eines Bereichs von 50 mm im Quadrat des Werkstücks ausgeführt (Schritt S12).

[0078] Nach einem Ausführen der Bearbeitung wird die Positionspräzision des verarbeiteten Lochs mit der CCD-Kamera **36** durch ein Antreiben der XY-Stufe **31** gemessen (Schritt S13).

[0079] Durch ein Vergleichen des Messergebnisses mit der Referenzposition wird der Korrekturwert für den Ablenkwinkel des zweiten Galvano-Scanners **30** in der Steuereinrichtung, nicht gezeigt, berechnet (Schritt S14).

[0080] Danach wird die XY-Stufe **31** angetrieben, um das Werkstück **37** für eine Korrektur innerhalb der Verarbeitungsfläche der f_θ -Linse **28** zu bewegen, wodurch das Werkstück **37** nach einem Korrigieren des Ablenkwinkels des zweiten Galvano-Scanners **30** bearbeitet wird (Schritt S15).

[0081] Nach einem Ausführen der Bearbeitung wird die Positionspräzision des verarbeiteten Lochs mit der CCD-Kamera **36** durch ein Antreiben der XY-Stufe **31** gemessen (Schritt S16) und mit dem voreingestellten Toleranzwert verglichen (Schritt S17). Wenn es außerhalb des Toleranzwerts ist, wird das Programm beendet, um den Bediener zu informieren, dass die Vorrichtung die Anormalität aufweist, oder dass ein Fehler bei der Verwendung des Verfahrens vorhanden ist, und eine Meldung mit dem Inhalt, der anzeigt, dass das Programm anormal beendet ist, wird auf dem Benutzbildschirm, nicht gezeigt, angezeigt.

[0082] Andererseits wird, innerhalb des Toleranzwerts, die Korrektur bezüglich des Ablenkwinkels des zweiten Galvano-Scanners **30** beendet, und die Korrektur bezüglich des Ablenkwinkels des ersten Galvano-Scanners **29** wird ausgeführt.

[0083] Zum Korrigieren des Ablenkwinkels des ers-

ten Galvano-Scanners **29** wird der erste Shutter **34a** geöffnet, und der zweite Shutter **34b** wird geschlossen (Schritt S18). Dadurch wird herbeigeführt, dass der Laserstrahl **26a** durch den ersten Galvano-Scanner **29** und den zweiten Galvano-Scanner **30** alleine scannt, wobei die Bearbeitung vor einem Korrigieren des Ablenkwinkels des ersten Galvano-Scanners **29** in dem gleichen Bereich wie zu der Zeit eines Korrigierens des Ablenkwinkels des zweiten Galvano-Scanners **30** ausgeführt wird (Schritt S19).

[0084] Beispielsweise steuert der erste Galvano-Scanner **29** den Laserstrahl **26a**, um in einem Bereich von 4 mm im Quadrat um den Laserstrahl **26b** herum zu scannen, und der zweite Galvano-Scanner **30** steuert den Laserstrahl **26a**, um in einem Bereich von 46 mm im Quadrat um den Laserstrahl **26a** zu scannen, wodurch der Laserstrahl **26a**, der über die ersten und zweiten Galvano-Scanner **29** und **30** geleitet wird, die Bearbeitung in einem Bereich von 50 mm im Quadrat ausführt.

[0085] Nach einem Ausführen der Verarbeitung wird die Positionspräzision des verarbeiteten Lochs mit der CCD-Kamera **36** durch ein Antreiben der XY-Stufe **31** gemessen (Schritt S20).

[0086] Durch ein Vergleichen des Messergebnisses mit der Referenzposition wird der Korrekturwert für den Ablenkwinkel des ersten Galvano-Scanners **29** in der Steuereinrichtung berechnet (Schritt S21).

[0087] Danach wird die XY-Stufe **31** angesteuert, das Werkstück **37** zur Korrektur innerhalb der verarbeiteten Fläche der f_θ -Linse **28** zu bewegen, wodurch das Werkstück **37** nach einem Korrigieren des Ablenkwinkels des ersten Galvano-Scanners **29** bearbeitet wird (Schritt S22).

[0088] Nach einem Durchführen der Bearbeitung wird die Positionspräzision des verarbeiteten Lochs mit der CCD-Kamera **36** gemessen, indem die XY-Stufe **31** angesteuert wird. Wenn sie außerhalb des Toleranzwerts ist, wird das Programm beendet, um den Bediener zu informieren, dass die Vorrichtung eine Anormalität der Vorrichtung aufweist, oder dass ein Fehler bei einer Verwendung des Verfahrens vorhanden ist, auf die gleiche Weise wie bei einem Korrigieren des Ablenkwinkels des zweiten Galvano-Scanners **30**, und eine Meldung mit dem Inhalt, dass das Programm anormal beendet wird, wird auf dem Bedienerbildschirm, nicht gezeigt, angezeigt.

[0089] Andererseits wird, innerhalb des Toleranzwerts, die Korrektur bezüglich des Ablenkwinkels des ersten Galvano-Scanners **29** beendet.

[0090] Die automatische Korrektur bezüglich des Ablenkwinkels des Galvano-Scanners wird durchgeführt, wenn jedwede Bedingungen erfüllt sind, bei-

spielsweise wenn die Temperatur des Galvano-Scanner-Hauptkörpers oder die Umgebungstemperatur überwacht wird, um eine Temperaturänderung zu erfassen, oder wenn eine feste Zeit verstrichen ist. Dadurch wird das Bearbeiten immer bei einer stabilen Positionspräzision durchgeführt.

[0091] In dieser Ausführungsform wird eine Einrichtung zum Führen des Laserlichts einer zirkularen Polarisation zu dem Polarisationsstrahlteiler und zum Trennen des Laserlichts in Strahlen eingesetzt. Jedoch kann, obwohl in der Ausführungsform nicht gezeigt, das linear polarisierte Licht von dem Laseroszillator abgestrahlt werden und unter einem Winkel von 45° bezüglich der Polarisationsrichtungen der Reflektion und Transmission, die orthogonal in dem Polarisationsstrahlteiler aufeinander stehen, abgestrahlt werden, wodurch die gleichen Wirkungen erhalten werden.

Ausführungsform 2

[0092] Nach einer Trennung in Laserstrahlen durch den Polarisationsstrahlteiler werden die Laserstrahlen wieder zirkular polarisiert, oder sind einfallend auf den Polarisationsstrahlteiler unter einem Winkel von 45° bezüglich der Polarisationsrichtungen der Reflektion und der Transmission, wodurch die Trennung in Laserstrahlen wiederholt wird, und das Bearbeiten wird unter Verwendung nicht nur zweier Strahlen, sondern auch von 2n Laserstrahlen ausgeführt.

[0093] Fig. 6 ist eine schematische Aufbauansicht, die ein Beispiel der Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung zeigt, in welcher eine dritte Polarisationsrichtung hinzugefügt ist, um das Bearbeiten unter Verwendung von vier Laserstrahlen auszuführen.

[0094] In dem Aufbau, wie er in Fig. 6 gezeigt ist, wird ein Laserlicht einer zirkularen Polarisation oder einer linearen Polarisation abgestrahlt und von dem Laseroszillator, nicht gezeigt, geführt und in Laserstrahlen durch einen dritten Polarisationsstrahlteiler **38** getrennt. Der optische Pfad ist so angeordnet, dass die Polarisationsrichtung eines Laserstrahls **26**, der durch den dritten Polarisationsstrahlteiler **38** transmittiert wird, und die Polarisationsrichtung eines reflektierten Laserstrahls **39** einen Winkel von 45° bezüglich der Polarisationsrichtungen der Reflektion und der Transmission in den ersten Polarisationsstrahlteilern **25** und **25A** ausbilden. Dadurch wird der Laserstrahl **26** in die Laserstrahlen **26a** und **26b** getrennt, und der Laserstrahl **39** wird in die Laserstrahlen **39a** und **39b** getrennt.

[0095] Der optische Pfad, der den ersten Polarisationsstrahlteilern **25** und **25A** folgt, weist die gleiche Anordnung wie in der Ausführungsform der Erfindung auf, wie sie in Fig. 1 gezeigt ist, wodurch die Bearbeitung durch ein Aufbringen von vier Laserstrahlen auf

das Werkstück ausgeführt wird.

[0096] Die optischen Pfadlängen von dem dritten Polarisationsstrahlteiler **38** zur Trennung in das Werkstück, das den Laserstrahlen unterworfen wird, sind gleich ausgeführt, und die Strahlpunktdurchmesser der vier getrennten Laserstrahlen sind gleich ausgeführt.

[0097] Um den Strahlteiler einzustellen, wird, indem die Energie des Laserstrahls **26** (Summe der Laserstrahlen **26a** und **26b**), wenn die ersten und zweiten Shutter **34a** und **34b** nur geöffnet sind, und die Energie des Laserstrahls **39** (Summe der Laserstrahlen **39a** und **39b**), wenn die dritten und vierten Shutter **34c** und **34d** nur geöffnet sind, verglichen wird, der dritte Polarisationsstrahlteiler gedreht, um den Einfallswinkel von Laserlicht zu ändern, so dass der Laserstrahl **26**, der durch den Polarisationsstrahlteiler **38** transmittiert wird und die Energie des reflektierten Laserstrahls **39** gleich ausgeführt werden, wie in Fig. 7 gezeigt.

[0098] Danach werden, indem die Energie des Laserstrahls **26a**, wenn der erste Shutter **34a** alleine geöffnet ist, und die Energie des Laserstrahls **26b**, wenn der zweite Shutter **34b** alleine geöffnet ist, der erste Polarisationsstrahlteiler **25** und der zweite Polarisationsstrahlteiler **27** gedreht und eingestellt, so dass die Energie des Laserstrahls **26** gleich auf die Laserstrahlen **26a** und **26b** aufgeteilt wird (Schritt S32).

[0099] Schließlich werden, indem die Energie des Laserstrahls **39a**, wenn der dritte Shutter **34c** allein geöffnet ist, und die Energie des Laserstrahls **39b**, wenn der vierte Shutter **34d** allein geöffnet ist, verglichen werden, der erste Polarisationsstrahlteiler **25A** und der zweite Polarisationsstrahlteiler **27A** gedreht und eingestellt, so dass die Energie des Laserstrahls **39** gleich auf die Laserstrahlen **39a** und **39b** aufgeteilt wird (Schritt S33).

[0100] Mit den obigen Einstellungen wird das Energiegleichgewicht der vier Strahlen, die zu dem Werkstück **34** geführt werden, verbessert.

[0101] Für die automatische Korrektur des Ablenk winkels des Galvano-Scanners wird der Ablenk winkel jedes Galvano-Scanners durch ein Erfassen einer Abweichung von der Referenzposition mit den Laserstrahlen **26a**, **26b**, **39a** und **39b** in einem Zustand korrigiert, wo jedweder der Shutter **34** geöffnet ist.

[0102] Wie oben beschrieben, ist, wenn die Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung gemäß dieser Erfindung eingesetzt wird, ein Unterschied in der Qualität oder Energie zwischen getrennten Laserstrahlen ausgeglichen, um die Produktivität zu verbessern. Ferner werden, indem die optische Pfadlän-

ge zweier getrennter Laserstrahlen gleich ausgeführt wird, die Strahlpunktdurchmesser der zwei Laserstrahlen gleich ausgeführt. Ferner ist ein Drehmechanismus in dem stationären Abschnitt einer Polarisations-einrichtung bereit gestellt, wodurch die Wirkung vorhanden ist, dass die Variation in der Energie der zwei getrennten Laserstrahlen kostengünstiger minimiert ist.

Industrielle Anwendbarkeit

[0103] Wie oben beschrieben, ist die Laser-Materialverarbeitungs-vorrichtung gemäß der Erfindung zum Bohren des Werkstücks, wie etwa der Print-Platte, geeignet.

Zusammenfassung

[0104] Laser-Materialverarbeitungs-vorrichtung zum Verarbeiten eines Werkstücks (22) auf eine derartige Weise, ein Laserlicht (26) in zwei Laserstrahlen (26a, 26b) über eine erste Polarisations-einrichtung (25) zu trennen, wobei ein Laserstrahl über die Spiegel (24) geleitet wird, der andere Laserstrahl biaxial von einem ersten Galvano-Scanner (29) gescannt wird, und die zwei Laserstrahlen (26a, 26b) zu einer zweiten Polarisations-einrichtung (27) zum Scannen über einen zweiten Galvano-Scanner (30) geführt werden, wobei ein optischer Pfad derart angeordnet ist, dass der Laserstrahl (26b), der durch die erste Polarisations-einrichtung (25) transmittiert wird, von der zweiten Polarisations-einrichtung (27) reflektiert wird, und der Laserstrahl (26a), der von der ersten Polarisations-einrichtung (25) reflektiert wird, durch die zweite Polarisations-einrichtung (27) transmittiert wird.

Patentansprüche

1. Laser-Materialverarbeitungs-vorrichtung zum Verarbeiten eines Werkstücks auf eine derartige Weise, ein Laserlicht in zwei Laserstrahlen über eine erste Polarisations-einrichtung zu trennen, wobei ein Laserstrahl über die Spiegel geleitet wird, wobei der andere Laserstrahl biaxial von einem ersten Galvano-Scanner gescannt wird, und zwei Laserstrahlen zu einer zweiten Polarisations-einrichtung zu führen, um über einen zweiten Galvano-Scanner zu scannen, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein optischer Pfad derart ausgelegt ist, dass der Laserstrahl, der durch die erste Polarisations-einrichtung transmittiert wird, von der zweiten Polarisations-einrichtung reflektiert wird, und der Laserstrahl, der von der ersten Polarisations-einrichtung reflektiert wird, durch die zweite Polarisations-einrichtung transmittiert wird.

2. Laser-Materialverarbeitungs-vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Polarisations-einrichtungen so angeordnet sind, dass die Reflektionsflächen einander gegenübergestellt werden können, um einen optischen Pfad zu bilden, in

welchem die getrennten Laserstrahlen die gleiche optische Pfadlänge aufweisen.

3. Laser-Materialverarbeitungs-vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein stationärer Abschnitt der Polarisations-einrichtung mit einem Drehmechanismus um eine Achse senkrecht zu einer Fläche bereitgestellt ist, die die Achsen der zwei getrennten Laserstrahlen enthält.

4. Laser-Materialverarbeitungs-vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Energiegleichgewicht des Laserstrahls durch ein Ändern eines Transmissionsfaktors des Laserstrahls, der durch die Polarisations-einrichtung transmittiert wird, durch eine Drehung des Drehmechanismus eingestellt wird.

5. Laser-Materialverarbeitungs-vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie weiter eine Laserstrahl-Auswahleinrichtung zum Auswählen jedweden Laserstrahls unter den getrennten Laserstrahlen umfasst.

6. Laser-Materialverarbeitungs-vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserstrahl-Auswahleinrichtung einen Shutter steuert, der in dem optischen Pfad jedes der getrennten Laserstrahlen bereitgestellt ist, um geöffnet oder geschlossen zu werden, um den Laserstrahl aus jedweden optischen Pfad herauszunehmen.

7. Laser-Materialverarbeitungs-vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass sie weiter eine Erfassungseinrichtung zum Erfassen eines Energiegleichgewichts eines Laserstrahls in jedem optischen Pfad umfasst, wobei das Energiegleichgewicht jedes Laserstrahls, das von der Erfassungseinrichtung erfasst wird, eingestellt wird, nahezu äquivalent zu sein.

8. Laser-Materialverarbeitungs-vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinrichtung aus einem Energiesensor besteht, der nahe bei einem XY-Tisch bereitgestellt ist, auf welchen das Werkstück gelegt ist.

9. Laser-Materialverarbeitungs-vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die getrennten Laserstrahlen die gleiche optische Pfadlänge zwischen der ersten Polarisations-einrichtung und der zweiten Polarisations-einrichtung aufweisen.

10. Laser-Materialverarbeitungs-vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ablenkwinkel, um welchen der erste Galvano-Scanner scannt, kleiner als der Ablenkwinkel ist, um welchen der zweite Galvano-Scanner scannt.

11. Laser-Materialverarbeitungs-vorrichtung nach

Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Laserstrahl von der gleichen Anzahl von Spiegeln in jedem optischen Pfad reflektiert wird, der zwischen der ersten Polarisationsrichtung und der zweiten Polarisationsrichtung gebildet ist.

12. Laser-Materialverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie weiter eine dritte Polarisationsrichtung umfasst, die zwischen einem Laser-Oszillator und der ersten Polarisationsrichtung bereitgestellt ist, wobei zwei Laserstrahlen, die von der dritten Polarisationsrichtung getrennt werden, zu der ersten Polarisationsrichtung und der zweiten Polarisationsrichtung geführt und weiter in $2n$ Komponenten getrennt werden.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

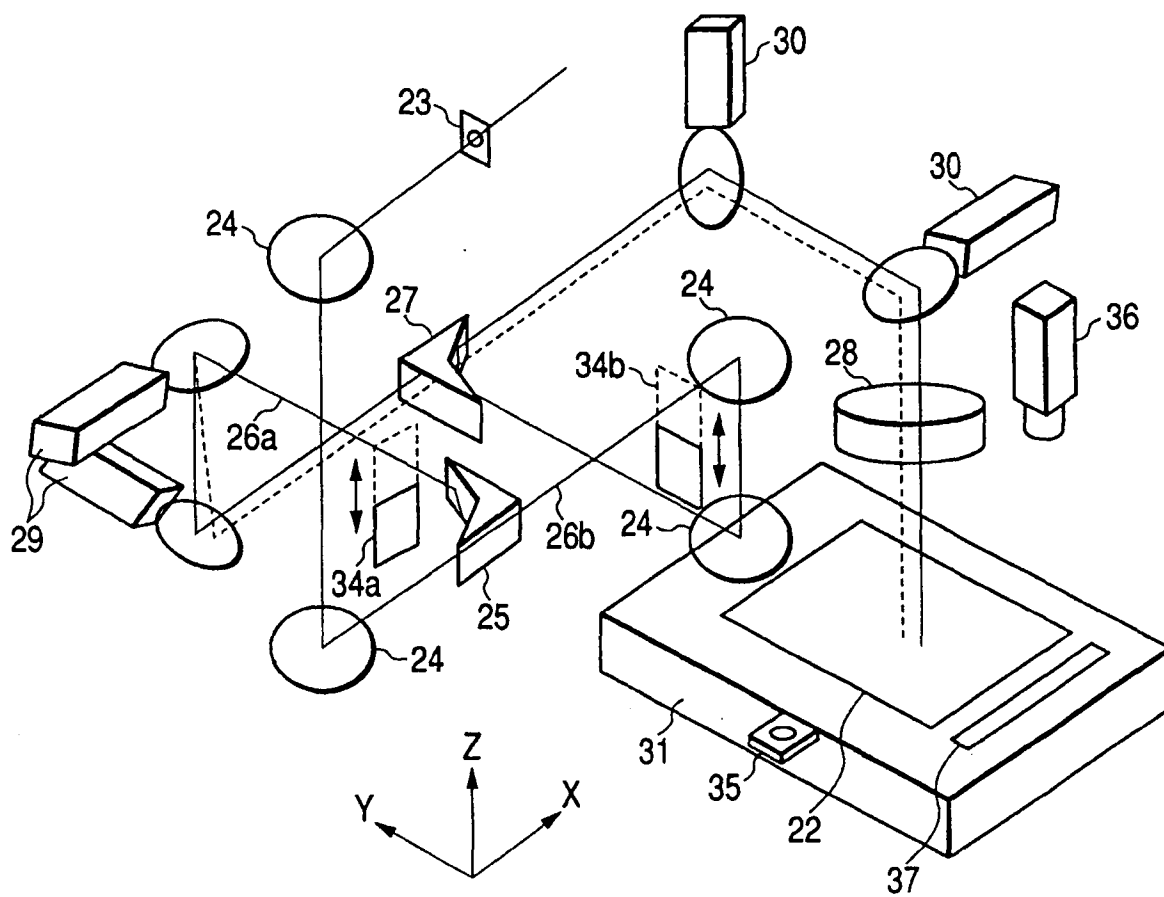
FIG. 1

FIG. 2

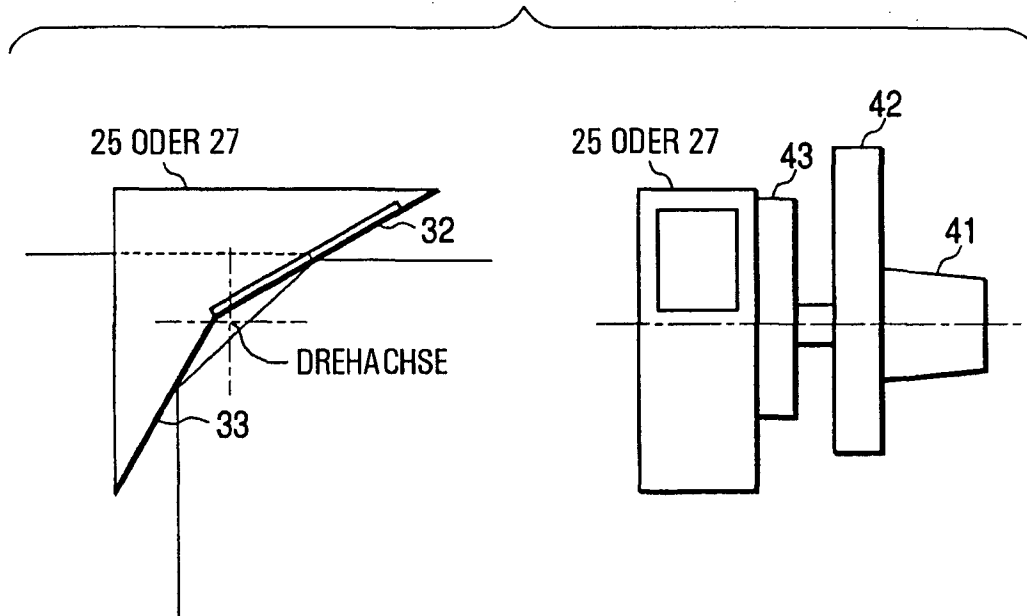


FIG. 3

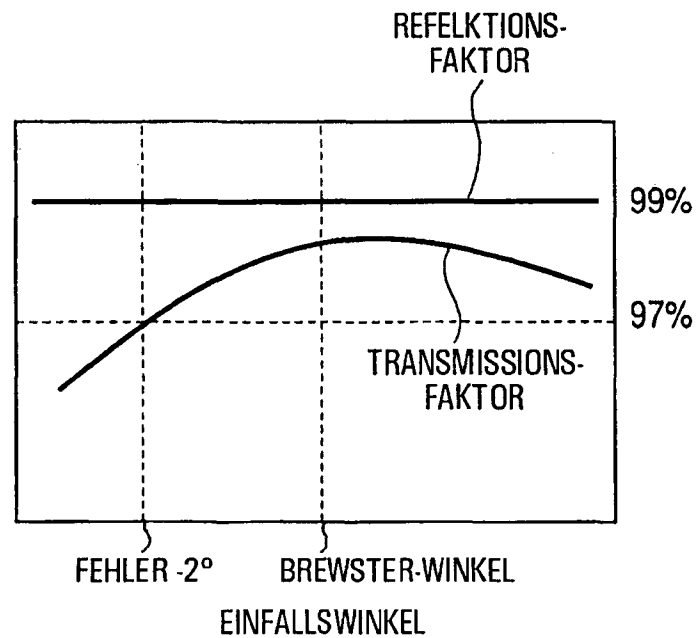


FIG. 4

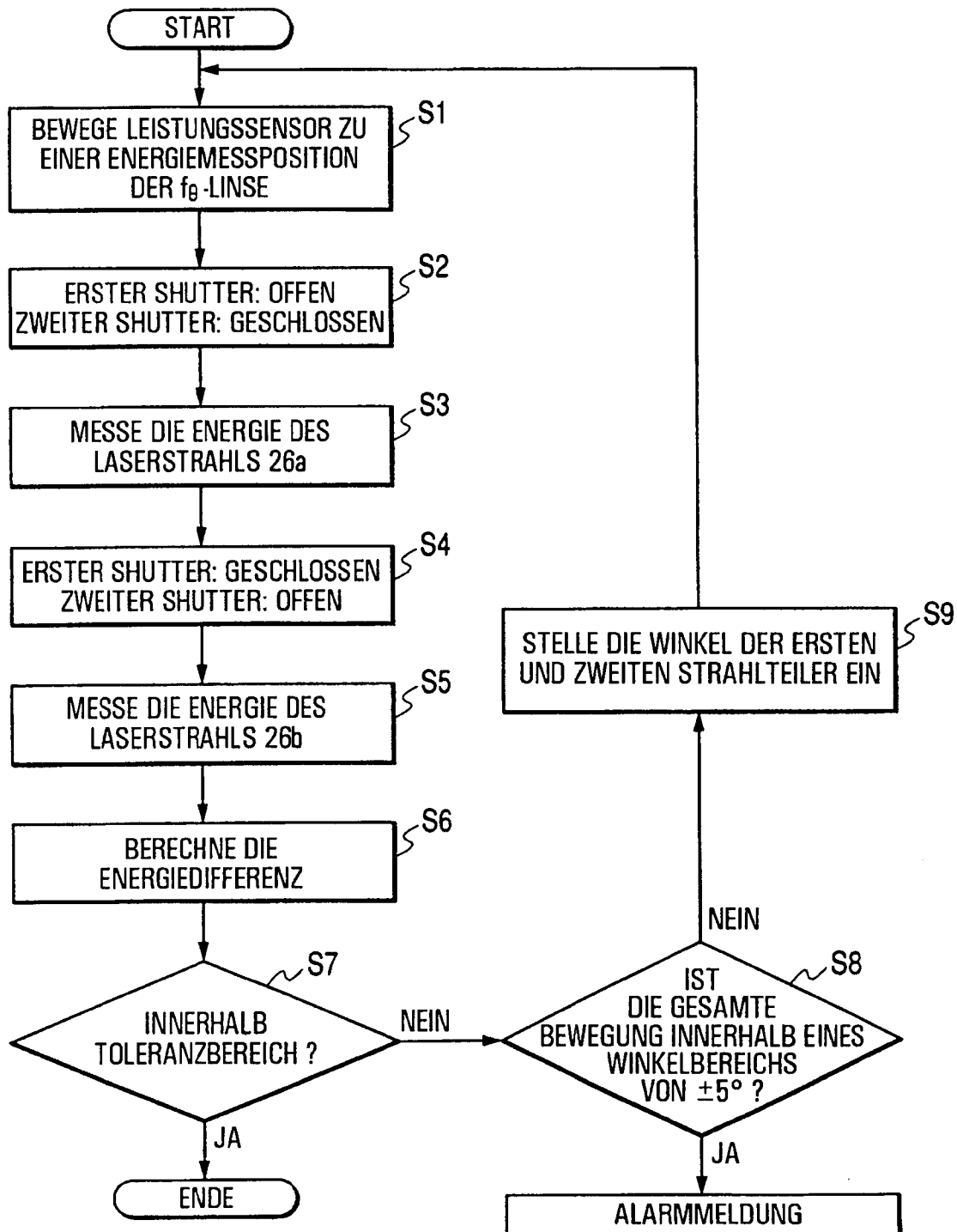
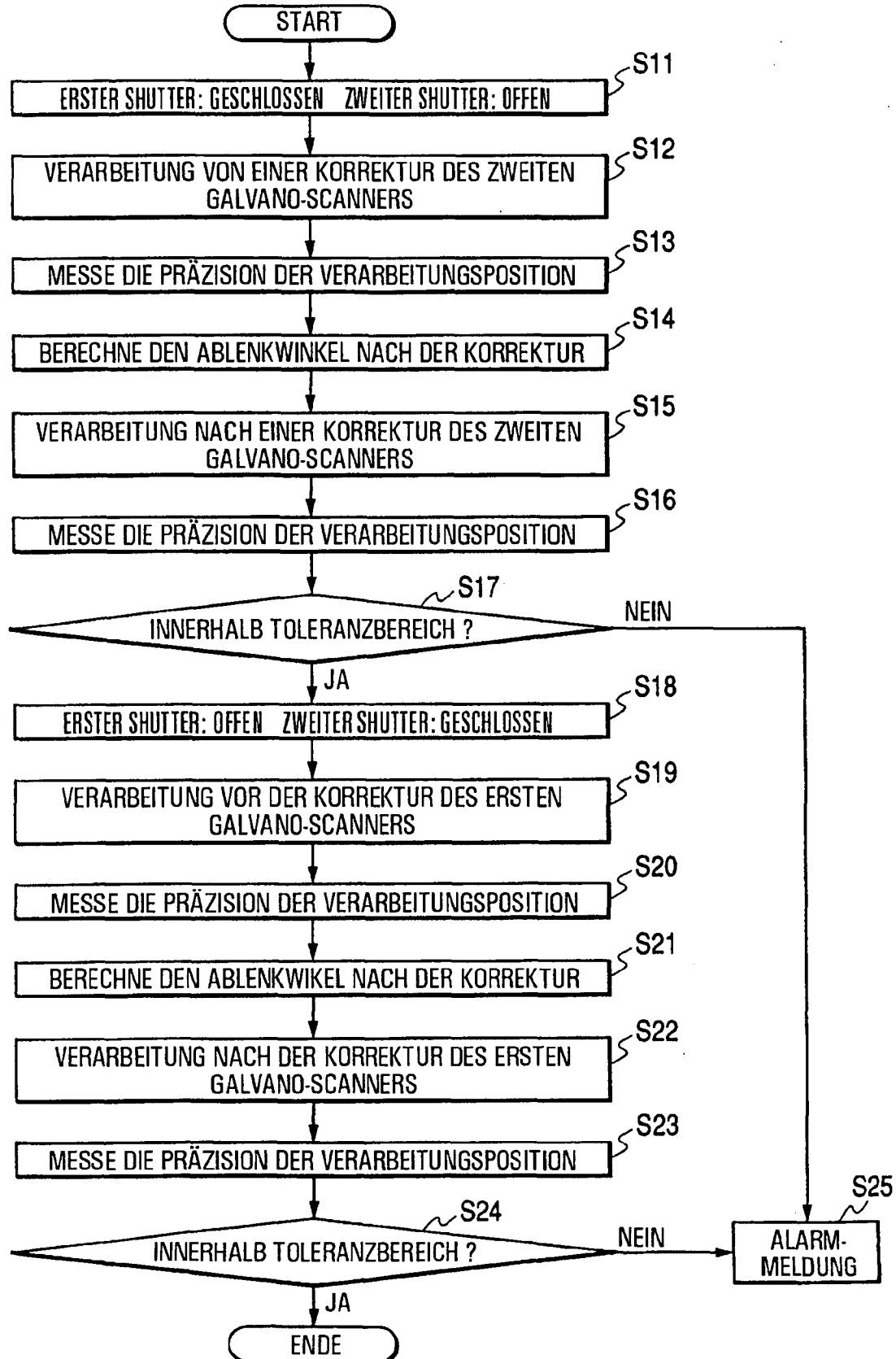


FIG. 5

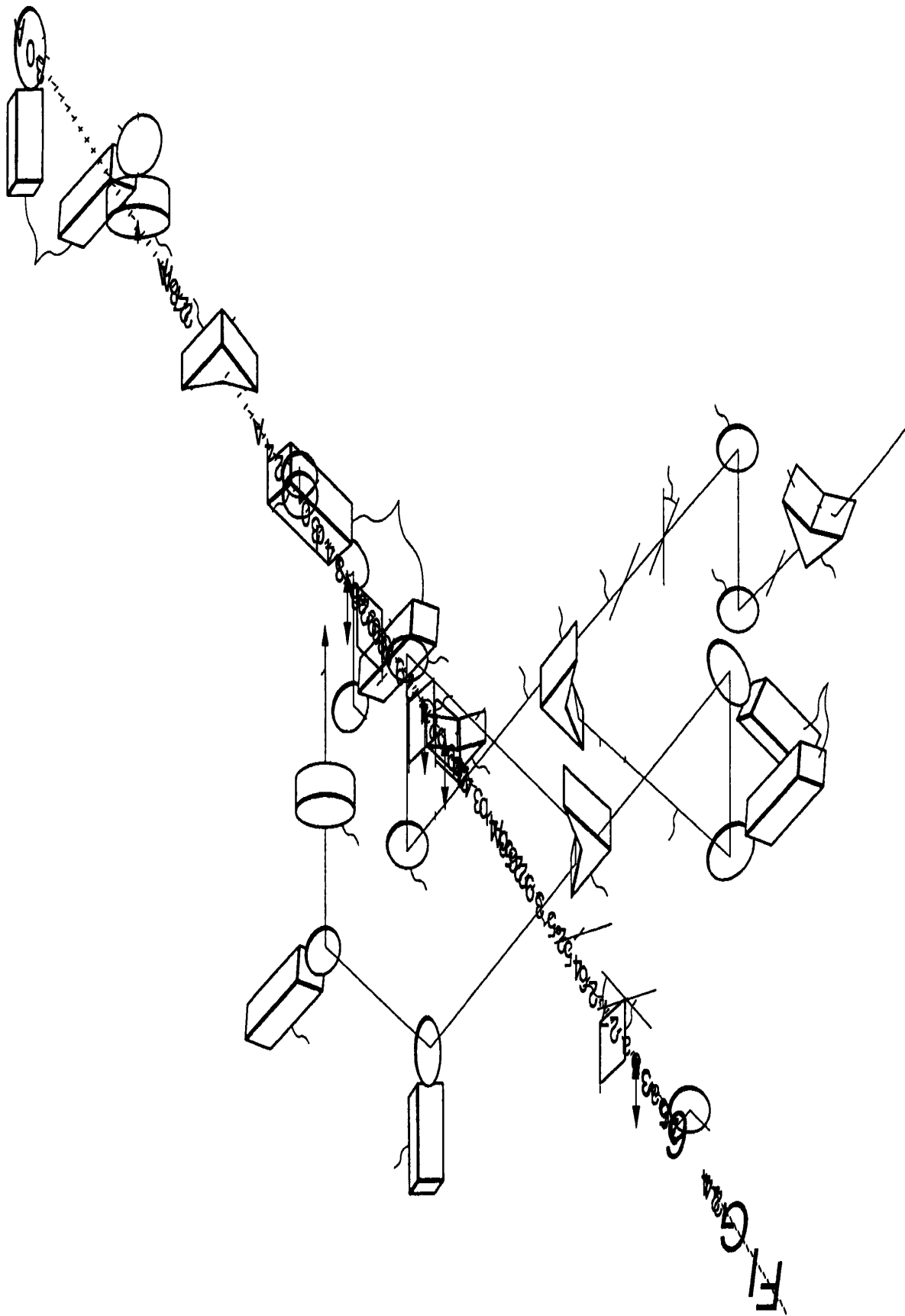


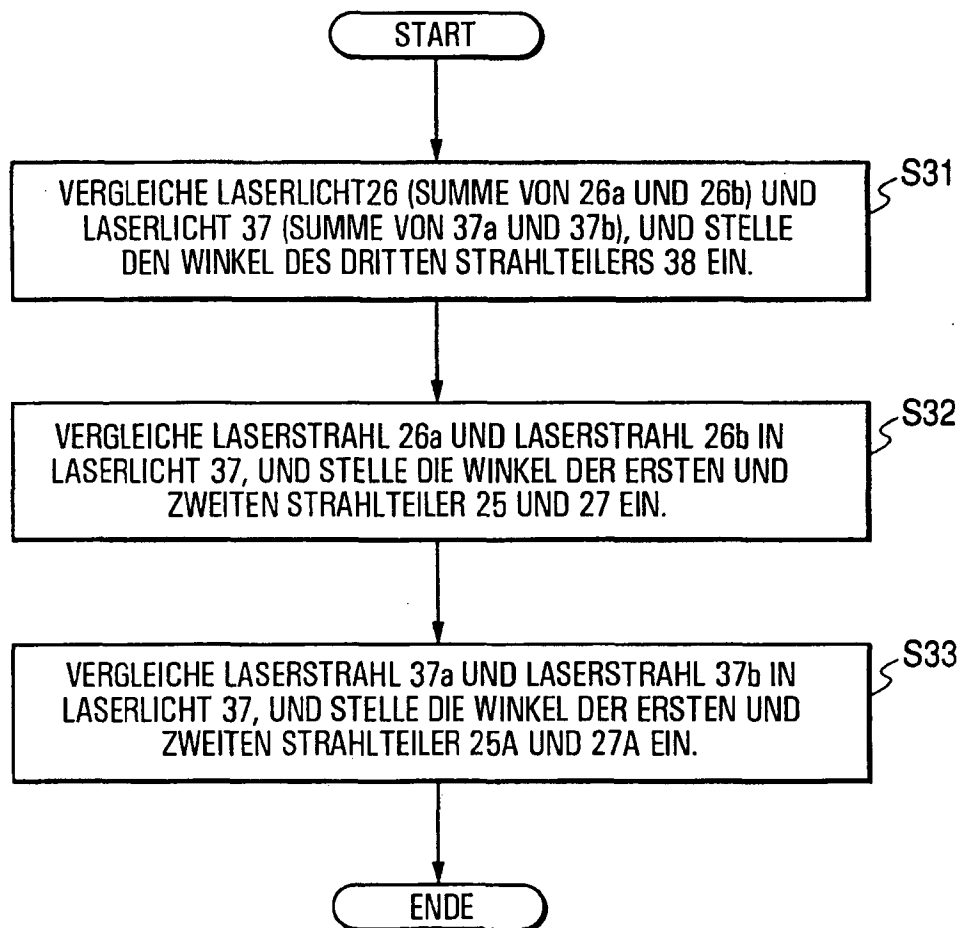
FIG. 7

FIG. 8

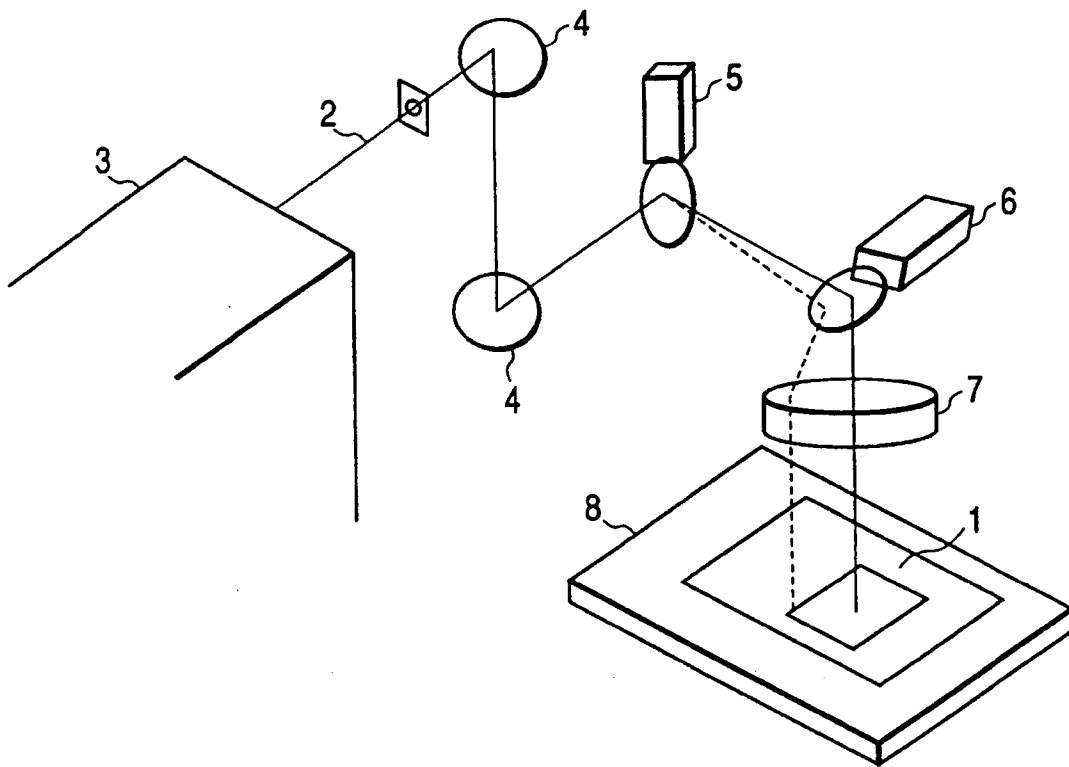


FIG. 9